



LES CLÉS POUR OPTIMISER LA CONDUITE DES CIVE

Recommandations issues du projet RECITAL

**CENTRE
ILE-DE-FRANCE**


Recital

Conduite des CIVE d'hiver

Où et comment les insérer dans les systèmes ?

Le choix d'une CIVE se raisonne sur l'ensemble de la succession culturale, en fonction des cultures principales qui la composent.

Rotation de référence (sans CIVE)	Avec CIVE
Colza → Blé tendre → Orge d'hiver	Colza → Blé dur → CIVE d'hiver + Tournesol → Orge d'Hiver ou de Printemps
Blé améliorant → Orge de printemps → Maïs	Blé améliorant → Orge de printemps → CIVE d'hiver + Maïs
Colza → Blé Tendre → Maïs grain → Blé Améliorant	Colza → Blé Tendre → CIVE d'hiver + Maïs grain → Blé Améliorant ou Blé dur

Itinéraire technique des CIVE d'hiver

Choix d'espèces et de variétés

La synthèse des résultats régionaux Centre et Ile-de-France montre que toutes les espèces de céréales ont du potentiel, conduites seules ou associées avec 20 % de légumineuses. La synthèse de 8 essais régionaux ne met pas en évidence de différences significatives inter-espèce. Sur trois ans d'essais, les triticales précoces ont les rendements les plus stables (figure 1). Les orges ont été impactées par la Jaunisse nanisante de l'orge (JNO) ou la rouille naine (Boigneville, 2022). Dans un contexte favorable, les seigles sont sensibles à la verse.

Le choix de la céréale est à moduler selon les risques (ravageurs, maladies, verse) (Figure 2). Quelle que soit l'espèce, le choix variétal a son importance. On favorisera les espèces et variétés précoces à épiaison, pour récolter tôt et implanter la culture suivante.

L'introduction de légumineuses (20 à 30 %) en associations avec les céréales peut être un levier pour l'autonomie azotée du système. Bien que l'effet sur la culture alimentaire suivante n'ait pas été mis en évidence, ces associations, tout en maintenant la productivité, permettent d'apporter de l'azote aux digesteurs et donc dans les digestats.

Figure 1 : Rendement des principales espèces et variétés de CIVE d'hiver de 5 essais régionaux Centre - Ile de France conduits par Arvalis et Valepi pour des récoltes entre le 28/04 et le 07/05.

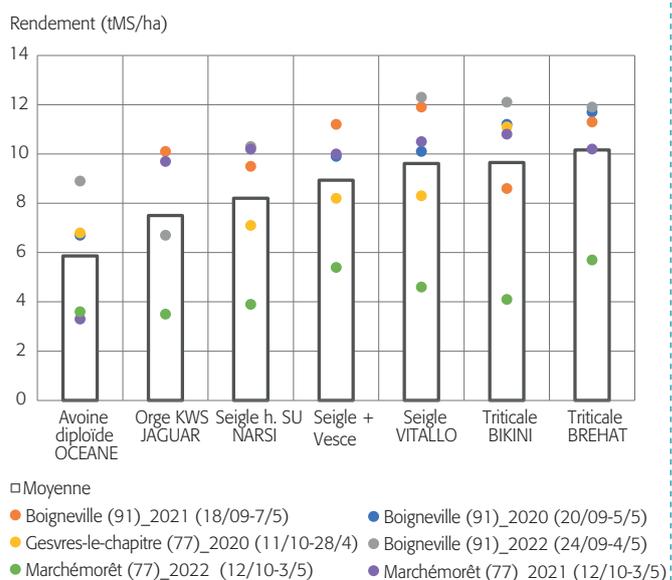
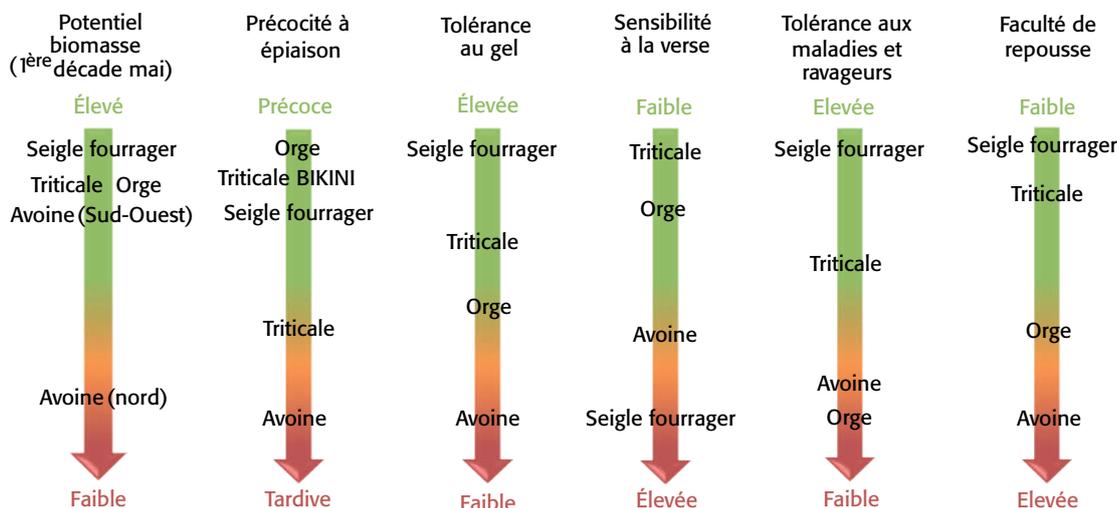


Figure 2 : Comparaison des profils des principales espèces de céréales en CIVE d'hiver : un compromis nécessaire.



Date de semis et densité

Un semis précoce entre le 15 septembre et le 15 octobre est à privilégier pour favoriser une bonne implantation de la CIVE avant l'entrée d'hiver. Le semis doit être tout particulièrement soigné pour assurer un démarrage rapide (cf. Les Clés pour optimiser la conduite des CIVE - Partie nationale). La date de semis peut être modulée selon l'enherbement et les bioagresseurs : pucerons vecteurs de la JNO, cicadelles responsables de la maladie des pieds chétifs, limaces... Des essais comparant un semis de fin septembre à un semis de fin octobre ont démontré un gain de biomasse de l'ordre de 1 tMS/ha en faveur du semis précoce.

Une densité de semis élevée de 300 grains/m² pour la céréale pure permet d'assurer une bonne densité de pieds et de couvrir le rang pour limiter la concurrence des adventices. Pour les mélanges, la densité de légumineuses est de 40 grains/m² pour les vesces et de 20 grains/m² pour les féveroles quand celle de la céréale peut être descendue à 240 grains/m².

Fertilisation – Exemple régional de calcul de dose prévisionnelle

Un apport d'azote en sortie d'hiver est recommandé pour assurer la production de biomasse. La dose prévisionnelle d'azote sur CIVE d'hiver se calcule selon la méthode du bilan prévisionnel (cf. Les Clés pour optimiser la conduite des CIVE - Partie nationale). Un exemple de calcul est présenté Figure 3. La CIVE est un triticale, semé mi-septembre dans un limon argileux de la région Ile de France (Boigneville, 91), avec un objectif de 11 tMS/ha, récolté le 10/05.

Date de récolte, la recherche d'un compromis

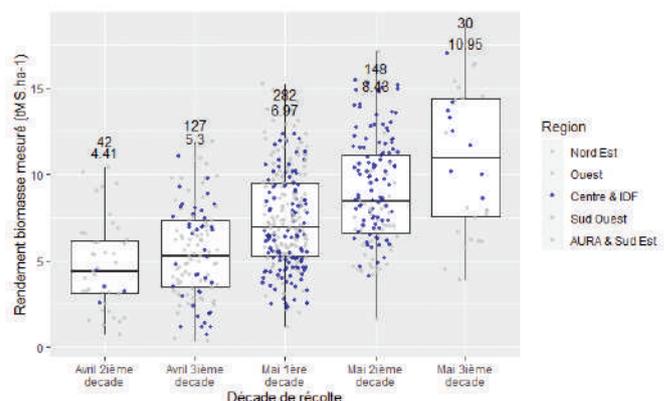
La date de récolte est avant tout un compromis entre le rendement biomasse de la CIVE et l'impact sur le rendement de la culture suivante. Dans les régions Centre et Ile de France, une récolte première décade de mai permet d'atteindre un rendement biomasse de 8 tMS/ha dans les sols profonds tout en limitant les risques d'échecs sur la culture suivante. Entre fin avril et début mai, la CIVE gagne 1 à 2 tMS/ha par semaine (Figure 4). Mais une récolte au-delà du 15 mai impactera fortement la culture principale suivante. Pour un maïs grain irrigué, l'ordre de grandeur mesuré dans les essais est une perte de rendement de 10 % pour un semis de début mai.

Figure 3 : Exemple de calcul de dose prévisionnelle d'azote sur triticale dans un limon argileux de la région Ile de France.

BESOINS		FOURNITURES (kgN/ha)	
Objectif de rendement (tMS/ha)	11	Reliquats d'azote sortie d'hiver- Ouverture bilan (RSH ou Ri)	30
		Quantité d'azote déjà absorbé en sortie d'hiver (Pi)	43
Besoin (kgN/tMS/ha)	11	Minéralisation des résidus du précédent (Mr)	-10
		Minéralisation de l'humus (Mh)	16
		Reliquats d'azote – fermeture bilan (Rf)	-26
▼		▼	
121		53	

→ **X = 121 - 53 = 68**

Figure 4 : Rendement biomasse des céréales pures par décade de récolte et grande région sur l'ensemble du réseau RECITAL (France entière). Les chiffres correspondent à l'effectif et à la médiane.



*En rouge, les postes estimés à partir de la modélisation et en noir des hypothèses fixées par expertises. Les postes L (Pertes par lixiviation du nitrate), Nirr (Quantité d'azote apporté par l'eau d'irrigation), Mpro (Minéralisation de l'humus des pro) et Mhp (Minéralisation de l'humus des prairies) sont considérés égaux à zéro.

Conduite des CIVE d'été

Où et comment les insérer dans les systèmes ?

Toutes les successions ne peuvent pas intégrer des CIVE d'été. Des opportunités existent pour valoriser au mieux la séquence de 3 cultures en 2 ans. Les précédents les plus adaptés pour semer des CIVE d'été sont l'orge d'hiver et le pois d'hiver.

Rotation de référence (sans CIVE)	Avec CIVE
Blé améliorant → Orge de printemps → Mais grain	Blé améliorant → Orge d'hiver + CIVE d'été → Mais grain
Colza → Blé tendre → Orge d'hiver → Betterave → Orge de Printemps	Colza → Blé tendre → Orge d'hiver → CIVE d'été → Betterave → Orge de Printemps
Colza → Blé Tendre → Pois d'Hiver → Blé Améliorant → Orge de Printemps	Colza → Blé Tendre → Pois d'hiver → CIVE d'été → Blé Améliorant → Orge de Printemps

Itinéraire technique des CIVE d'été

Choix d'espèces

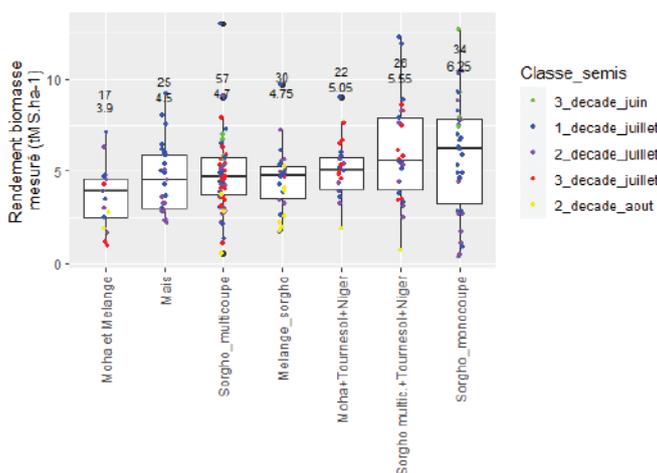
Dans la majorité des situations en régions Centre et Ile-de-France, les CIVE d'été sont des cultures d'opportunité en raison du risque d'échec important. Selon le contexte pédoclimatique, le choix de l'espèce dépend d'une recherche de compromis entre le coût et le risque d'échec (cf. Les Clés pour optimiser la conduite des CIVE- Partie nationale). Les essais du réseau RECITAL (France entière) ne permettent pas de discriminer les différentes espèces et mélanges (Figure 5). Dans les régions Centre et Ile-de-France des opportunités sont à saisir. Les maïs et les sorghos biomasses monocoups peuvent convenir dans les sols profonds ou pour des semis de fin juin.

Date de semis et date de récolte

La date de semis est une des clés de la réussite des CIVE d'été. L'objectif est de semer avant le 10 juillet, juste après la récolte du précédent. Semer avec peu de travail du sol permet de gagner du temps et de l'humidité résiduelle post-moisson à la surface du sol.

La récolte aura lieu début octobre (objectif de 25-30 % matière sèche). Des récoltes plus tardives augmentent les risques sans assurer un gain significatif de rendement sur une période où l'offre climatique est restreinte pour ces cultures d'été.

Figure 5 : Rendement de différentes espèces et mélanges de CIVE d'été réseau RECITAL (France entière) par décennie de semis. Les chiffres correspondent à l'effectif et à la médiane.





Evaluation technico-économique et environnementale

Cette évaluation a été réalisée à partir d'une exploitation agricole représentative de la « Beauce irriguée ». Cette ferme s'étend sur 180 ha et emploie un temps plein (1 UTH - unité de travailleur humain). Afin de comparer une situation avec CIVE et sans CIVE, l'assolement de référence sans CIVE a été modifié pour y intégrer des rotations avec des CIVE. Ces deux assolements sont présentés dans le tableau 1.

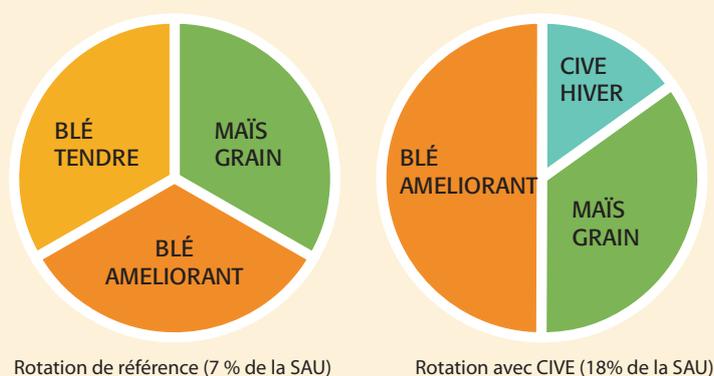


Tableau 1 : Assolements de la ferme type « Beauce irriguée »

Culture	Assolement sans CIVE (ha)	Assolement avec CIVE (ha)
Betterave	15	15
Blé tendre	24	22
Blé tendre améliorant	21.5	20
Blé dur	37.5	36.5
Colza	26.5	15
Jachère	9	9
Maïs	14	27
Orge d'hiver	11	14
Orge de printemps	10	0
Pomme de terre	11.5	11.5
Tournesol	0	10

Plusieurs rotations au sein de cette exploitation ont été étudiées. La rotation 1 est présentée plus en détails ici. La CIVE d'hiver y est insérée en modifiant la rotation de référence.

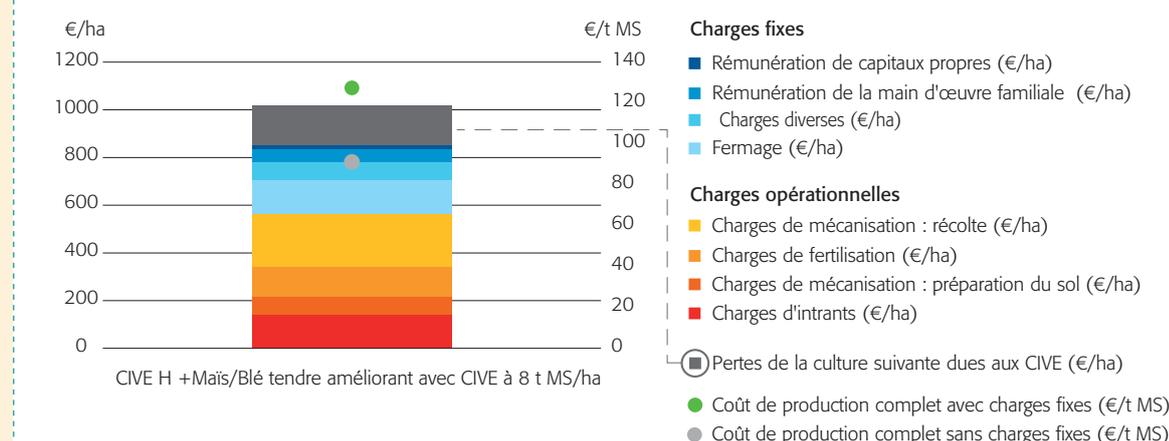
Coût de production d'une CIVE d'hiver

Le coût de production complet de la CIVE (€/t) correspond à la somme de toutes les charges fixes et opérationnelles. Dans cet exemple, les charges fixes sont réparties à part égale sur les trois cultures produites en deux ans. La perte de rendement sur la culture suivante est incluse dans les calculs de coût. Ces résultats ont été construits dans le contexte de prix de l'année 2020.

Les coûts de production des CIVE sont propres au système dans lequel elles s'insèrent. Chaque producteur doit donc évaluer et ventiler ses coûts. (renvoi vidéo sur le calcul des coûts de production).

Pour en savoir plus : https://youtu.be/_3gnfFSU19w.

Figure 1 : Exemple pour une CIVE d'hiver ayant produit 8 tMS/ha et récoltée dans la 1ère décade de mai.



Evaluation multicritère du système de culture à l'échelle de l'exploitation agricole

Marge nette de la rotation : un compromis entre la récolte de la CIVE et le semis de la culture alimentaire suivante

La marge nette de la succession CIVE d'hiver + maïs grain a été calculée en fonction de plusieurs dates de récolte des CIVE. Les rendements de la CIVE et du maïs grain sont impactés de la manière suivante (Tableau 2).

La date de référence de semis du maïs grain pour laquelle le rendement de référence est atteint est fixée au 15 avril. Plusieurs scénarios de prix de vente du maïs et de la CIVE rendue silo ont été considérés.

Tableau 2 : Hypothèses de rendement de la CIVE et du maïs en fonction des dates de récolte de la CIVE

Date de récolte de la CIVE	Rendement CIVE (tMS/ha)	Rendement maïs grain (t/ha)
15 avril	3	11.6
25 avril	6	11
5 mai	8	10.4
15 mai	10	8.7

L'optimisation de la marge nette de la double culture dépend des prix de vente de la CIVE et du maïs grain. Pour optimiser la rentabilité de la succession CIVE + culture suivante, les producteurs peuvent jouer sur la date de semis de la culture principale en la retardant plus ou moins par rapport à une référence sans CIVE. La CIVE reste alors en place plus ou moins longtemps pour optimiser sa production. Cette marge de manœuvre s'exprime en nombre de jours entre la date de semis de référence de la culture principale (situation sans CIVE) et la date de semis de la culture suivante après CIVE – date qui se trouve être également la date de récolte de la CIVE (Figure 2). Par exemple, si le prix de vente du maïs est de 170 €/t et le prix de vente de la CIVE est de 100 €/t, la marge nette globale est maximisée lorsqu'on récolte la CIVE et sème le maïs 20 jours après la date de référence au 15 avril.

Ce tableau est un support de réflexion mais les résultats sont très dépendants des hypothèses de rendements des cultures, et varient d'une année climatique à l'autre.

Figure 2 : Estimation du nombre de jour de décalage entre la date de semis de référence de la culture principale (le 15/04) et la date de semis après une CIVE pour maximiser la marge nette de la succession CIVE + culture suivante

Prix CIVE (€/t)	Prix maïs (€/t)					
	110	130	150	170	190	210
70	21	19	17	15	14	13
80	22	20	18	17	15	14
90	24	22	20	18	17	16
100	25	23	21	20	18	17
110	26	24	22	21	19	18
120	27	25	24	22	21	19
130	28	26	25	23	22	20
140	29	27	25	24	23	21

Evaluation multicritère : comparaison entre les deux rotations avec et sans CIVE grâce à plusieurs indicateurs - Rotation 1

Dans le cadre des hypothèses prises pour ce travail, les indicateurs évoluent de la manière suivante :

TEMPS DE TRAVAIL

6.2 h/ha → 6.9 h/ha

+ 10 %

Avec des pics de travail au semis et à la récolte pour la CIVE. Sur l'ensemble de l'exploitation, le changement est moins fort avec une réorganisation des chantiers et la modification de l'assolement.

PRODUCTION D'ÉNERGIE SUPPLÉMENTAIRE

+ 24 %



Chauffage pour 1,2 maison/ha
46 215 km/ha

IFT : INDICE DE FRÉQUENCE DE TRAITEMENT

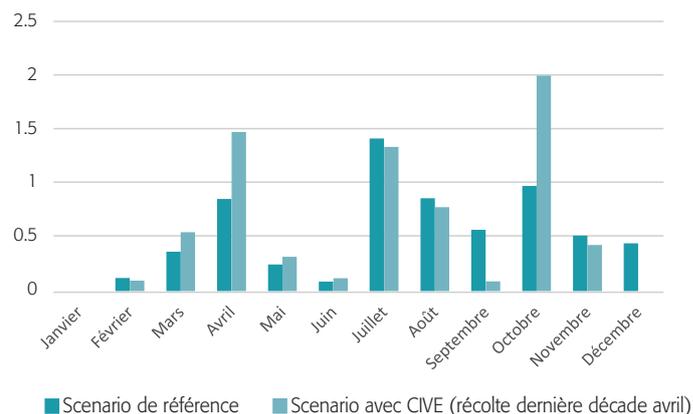
4.2 → 4.3

+ 2 %

Sans traitement de la CIVE, légère augmentation de l'IFT due au changement de rotation.

Figure 3 : temps de travail...

Temps de travail (en h/ha/mois)



Evaluation du coût de production de l'énergie à l'échelle de l'unité de méthanisation

Le coût de l'énergie produite est calculé en fonction des unités de méthanisation représentatives du développement dans les régions Centre et Ile de France et des substrats avec et sans CIVE associés.

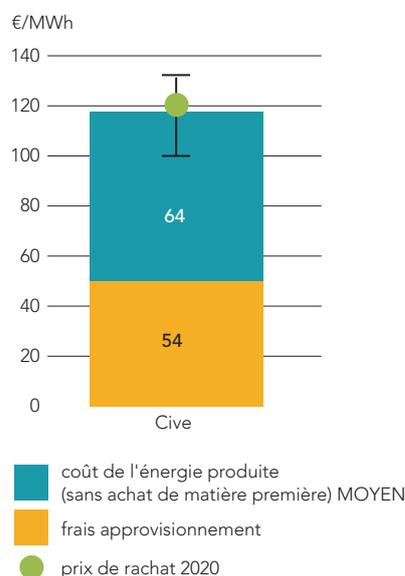
Ces résultats sont valables dans le cadre des hypothèses de substrats et coûts considérés dans un contexte de prix de l'année 2020. Les références utilisées sont issues de l'étude prodige 2 (tableau 3).

Au niveau national, l'observation des coûts complets de l'énergie produite ont montré qu'ils sont similaires pour une même unité de méthanisation entre des substrats sans CIVE et des substrats avec CIVE. L'utilisation de CIVE dans les substrats facilite cependant la maîtrise d'une partie de l'approvisionnement.

Tableau 3 : Hypothèses pour le calcul du coût complet de l'énergie produite avec un mixte de substrats avec CIVE.

Type d'unité et débit/puissance	Injection 135 Nm ³ /h	Injection 250 Nm ³ /h
Composition du substrat	CIVE	
	Substrat 50 % CIVE + 50 % de déchets d'IAA	
Investissement total (k€)	43	35
Frais de fonctionnement moyen (k€)	375	440
Frais d'approvisionnement (k€)	656	1300
Coût complet de l'énergie produite (€/MWh)	118	104

Figure 4 : Equilibre entre coût de production et prix de vente. Exemple de l'unité à injection 135 Nm³/h.



Contacts

ARVALIS, Aurélie AUGIS - a.augis@arvalis.fr

AAMF, Elsa ROUCHES - elsa@aamf.fr



Membre de :



Partenaire technique ACTIA



avec le soutien de :



avec la participation de :

